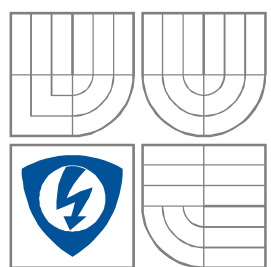


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

SYSTÉM ŘÍZENÍ MÍSTNOSTI S MIKROKONTROLÉREM MICROCONTROLLER BASED ROOM CONTROL SYSTEM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Martin Zrzavý

VEDOUČÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Automatizační a měřicí technika

Student: Martin Zrzavý

ID: 125719

Ročník: 3

Akademický rok: 2011/2012

NÁZEV TÉMATU:

Systém řízení místnosti s mikrokontrolérem

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte koncepci systému pro řízení a zobrazování stavu v místnosti. Systém navrhněte jako miniaturní systém vybavený mikrokontrolérem řady RABBITa sadou V/V a rozhraním Ethernet. Navrhněte připojení V/V. Systém realizujte, oživte, vybavte programovým vybavením a WWW stránkami, otestujte a předved'te funkčnost.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Pavel Herout: Učebnice jazyka C, KOPP, 2004, IV. přepracované vydání, ISBN 80-7232-220-6
Dle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 6.2.2012

Termín odevzdání: 28.5.2012

Vedoucí práce: doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se věnuje systému řízení místnosti pomocí mikrokontroléru. V úvodní části pojednává o možnostech řešení konkrétních úloh takového systému. V další části se pak věnuje návrhu fyzické řídicí jednotky, jejího softwarového vybavení a návrhu ovládací aplikace prostřednictvím webové stránky.

Klíčová slova

System řízení místnosti, Rabbit RCM3200, řídicí jednotka, webové rozhraní

Abstract

This bachelor's thesis is about microcontroller based room control system. In the opening part, the thesis describes possible solutions of specific tasks of system. In the next part it describes development of control unit, its software and development of web based control application.

Keywords

Room control system, Rabbit RCM3200, control unit, web interface

Bibliografická citace:

ZRZAVÝ, M. *Systém řízení místnosti s mikrokontrolérem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 44 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D..

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Systém řízení místnosti s mikrokontrolérem jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: 18. května 2012

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Zdeňkovi Bradáčovi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne: 18. května 2012

.....
podpis autora

OBSAH

Obsah.....	7
Seznam obrázků	9
1 Úvod.....	10
2 Řízení místnosti	11
2.1 Zabezpečovací systémy a požární systémy	11
2.2 Regulace teploty	12
2.3 Osvětlení, světelné scény.....	14
2.4 Rolety, žaluzie.....	14
2.5 Možnosti ovládání	14
3 Návrh řídicí jednotky	16
3.1 Požadavky na jednotku.....	16
3.2 Řídicí modul.....	16
3.3 Napájecí obvody	17
3.4 Spínací reléové obvody	18
3.5 Snímání teploty	19
3.6 Analogové vstupy	21
3.6.1 Jednoduše vyvážená smyčka	21
3.6.2 Dvojitě vyvážená smyčka.....	22
3.7 Ovládání žaluzií.....	23
3.8 Ochranné prvky	24
4 Celkové schéma a Návrh DPS.....	25
4.1 Celkové schéma.....	25
4.2 Návrh DPS	26
5 Návrh softwaru jednotky	29
5.1 Vývojové prostředí	29
5.2 Struktura programu	29
5.2.1 Spínací reléové obvody	30

OBSAH (pokračování)

5.2.2	Snímání teploty	31
5.2.3	Analogové vstupy	34
5.2.4	Ovládání žaluzií.....	35
5.2.5	Zabezpečení místností.....	36
5.2.6	Hlavní program	36
5.3	Webové rozhraní	37
6	Závěr.....	40
7	Literatura.....	41
8	Seznam použitých zkratek	43
9	Seznam příloh	44

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Tablo EZS [1]	11
Obr. 2 - Detektor kouře, PIR čidlo pohybu [2] [3].....	12
Obr. 3 - Termostatická hlavice a digitální termostat [5] [6].....	13
Obr. 4 - Modul Rabbit RCM 3200 [8]	17
Obr. 5 - Napěťový měnič TRACO TMR 3-2411[10]	17
Obr. 6 - Zapojení napájecích obvodů jednotky	18
Obr. 7 - Zapojení obvodu s relé	18
Obr. 8 - Relé NT73-3[11].....	19
Obr. 9 - Zapojení obvodu s optočleny.....	19
Obr. 10 - Zapojení sběrnice pro senzory teploty	20
Obr. 11 - Digitální teploměr DS18B20[13]	20
Obr. 12 - Zapojení A/D převodníku	21
Obr. 13 - Jednoduše vyvážená smyčka	22
Obr. 14 - Dvojitě vyvážená smyčka	22
Obr. 15 - H-můstky osazené na DPS	23
Obr. 16 - Zapojení H-můstku	23
Obr. 17 - Celkové schéma	25
Obr. 18 - Schéma DPS	26
Obr. 19 - Vyrobená DPS (strana A).....	27
Obr. 20 - Vyrobená DPS (strana B)	27
Obr. 21 - Hotová DPS osazená součástkami a modulem RCM3200	28
Obr. 22 - Hlavní program a jednotlivé použité knihovny	29
Obr. 23 - Algoritmus transakce na sběrnici 1-Wire	33
Obr. 24 - Obsah prvních dvou bytů paměti ScratchPad	34
Obr. 25 - Algoritmus hlavního programu	37
Obr. 26 - Výstražná zpráva informující o narušení bezpečnosti	38
Obr. 27 – Rozložení ovládací webové stránky.....	39

1 ÚVOD

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout řídicí jednotku pro řízení místnosti. Jednotka je vybavena řídicím modulem Rabbit RCM 3200 s mikrokontrolérem Rabbit řady 3000. Hlavními požadavky na jednotku jsou měření teploty, zabezpečení místnosti, řízení žaluzií, osvětlení a jednoduchá regulace teploty pomocí elektromagnetických ventilů vytápění. Jednotlivé prvky by měly být ovládány pomocí webové stránky, která má poskytovat základní vizualizaci stavu všech místností.

Práce je rozdělena na čtyři hlavní části. První část se věnuje současným možnostem automatizace budov. Popisuje, jak lze řešit jednotlivé úkoly, které jsou součástí zadání této práce, a vybírá nejvhodnější řešení.

Druhá část práce se již věnuje návrhu hardwaru řídicí jednotky. Popisuje hardwarové řešení jednotlivých součástí a doplňuje teoretické informace o této problematice.

Třetí část pojednává o návrhu celkového schématu obvodového řešení jednotky a návrhu desky plošných spojů.

V poslední čtvrté části je popsáno softwarové řešení řídicí jednotky. Pojednává o struktuře celého programu, o jednotlivých použitých funkcích a knihovnách. Také se věnuje webovým stránkám sloužícím k ovládání celé jednotky.

2 ŘÍZENÍ MÍSTNOSTI

Tato kapitola osvětluje důvody pro aplikaci řídicích systémů a popisuje některé konkrétní možnosti využití.

2.1 Zabezpečovací systémy a požární systémy

Elektronické zabezpečovací systémy (EZS) a elektronické požární systémy (EPS) jsou systémy, které mají za úkol ochranu osob nebo majetku v dané oblasti (objektu).

Detektory EZS hlídají otevření oken a dveří, pohyb v místnosti. Některá čidla mohou také indikovat rozbití skleněné výplně okna nebo únik plynu. Součástí těchto systémů bývá zpravidla ústředna, která hlídá jednotlivé vstupy od čidel a vyhodnocuje případný poplach. Ústředna je obvykle vybavena tablem s klávesnicí a displejem pro přímé ovládání systému. Mezi jiné varianty patří ovládání přiložením čipové karty nebo ovládání pomocí dálkového ovládání.

Základním prvkem EZS je zabezpečení vstupu do objektu. Nejčastěji indikujeme otevření dveří a oken pomocí magnetických spínačů. Pokud nedojde do určitého časového limitu od otevření dveří k odjištění objektu, ústředna vyhlásí poplach. Při otevření okna se může poplach vyhlásit okamžitě. Pomocí dalších zabezpečovacích prvků lze ochranu objektu ještě více zesílit. Do objektu můžeme například instalovat akustické detektory tříštění skla. Velmi častým ochranným prvkem jsou pohybové detektory, nejčastěji PIR snímače.

Zabezpečovací systém bývá často kombinován s požárním systémem. Ten se většinou skládá z detektorů kouře, plynu, optických detektorů ohně a tepelných detektorů. Zpravidla je také kombinován s automatickým hasicím systémem, který ihned po vyhlášení poplachu začne požár hasit.



Obr. 1 - Tablo EZS [1]



Obr. 2 - Detektor kouře, PIR čidlo pohybu [2] [3]

Pokud dojde k narušení bezpečnosti nebo ústředna detekuje požár v objektu, dojde k vyhlášení poplachu. Ten může mít mnoho podob. Nejčastější je zvuková signalizace a to buď vnitřní, která slouží k odstrašení pachatele, nebo vnější, která slouží naopak k přilákání pozornosti okolí. V případě požáru nebo například úniku kouře zvuková signalizace upozorní obyvatele objektu na hrozící nebezpečí. Další formou poplachu může být zaslání upozornění na mobilní telefon nebo využití služeb bezpečnostní agentury, která po zjištění narušení vyšle do napadeného objektu zásahový vůz. [4]

2.2 Regulace teploty

Regulace teploty patří mezi hlavní požadavky na automatizované řízení objektů. Regulování teploty může v jednodušších případech obstarat například termostatická hlavice radiátoru, u níž je však regulace na přesnou teplotu často nedostačující zejména kvůli velké setrvačnosti topné soustavy. Ve složitějších aplikacích můžeme použít některý z digitálních termostatů dostupných na trhu, u nichž je regulace o něco přesnější. Díky řízení místnosti pomocí centrální jednotky můžeme takový systém vytápění doplnit o funkci uzavření ventilů při otevření okna, koordinovat vytápění se spuštěním klimatizace nebo automatickým odvětráváním. Přesnost regulace teploty v takovém objektu je potom vyšší.



Obr. 3 - Termostatická hlavice a digitální termostat [5] [6]

Regulaci teploty můžeme rozdělit na dva základní druhy, a to na regulaci spojitou a nespojitou.

U spojité regulace je akční veličina plynule měněna na základě zpětné vazby, řízení je spojité. V praxi to vypadá tak, že pokud je velmi velký rozdíl mezi žádanou a skutečnou hodnotou, pracuje vytápění na plný výkon. Při postupném zvyšování teploty dochází ke snižování výkonu vytápění. Nevýhodou takové regulace jsou však velké výkonové ztráty.

U nespojité regulace je akční veličina měněna skokově. Tento způsob regulace můžeme použít tehdy, pokud není nutné trvalé působení akčního členu. Proto je tento způsob řízení vhodný právě pro regulaci teploty. V případě volby nespojitého způsobu regulace teploty je vhodné volit určitou teplotní hysterezi, která zamezí neustálému spínání topení při kmitání kolem žádané teploty. Vhodná hystereze může být např. $0,5^{\circ}\text{C}$. V takovém případě při žádané teplotě 22°C dochází k sepnutí vytápění při dosažení teploty nižší než $21,5^{\circ}\text{C}$ a následnému vypnutí při dosažení teploty $22,5^{\circ}\text{C}$ a vyšší.

Účinná a přesná regulace teploty nabývá důležitosti zvláště v posledních letech. Hlavní příčinou je stále se zvyšující cena energií. Také se kladě větší důraz na ekologii. Velkou výhodou automatického řízení, je také například volba časového harmonogramu požadované teploty v objektu. Můžeme tím jednoduše docílit toho, že v době nepřítomnosti udržujeme teplotu na nižší hodnotě a prostor začneme vytápět až určitou dobu před příchodem. Nemusíme se dokonce omezovat ani na časový harmonogram. Pokud máme řídicí systém umožňující vzdálenou správu, můžeme vytápění regulovat odkudkoliv v reálném čase. [7]

2.3 Osvětlení, světelné scény

Velmi důležitou součástí každé místnosti, ať už obytné či určené k práci, je zajištění osvětlení. Nejenže je světlo potřebné pro naprostou většinu lidských činností, velmi silně se také podílí na psychice člověka. Nejedná se přitom jen o zapnutí či vypnutí osvětlení. Důležité jsou také takové vlastnosti světla, jako je intenzita nebo barva. Důležité je také rozmístění jednotlivých zdrojů osvětlení. Pokud máme k dispozici řízení osvětlení pomocí některého z inteligentních systémů řízení, dostává se nám širokých možností nasvětlení místnosti. Jednou z velkých výhod těchto systémů jsou světelné scény. Pár kliknutí stačí k tomu, abyste uzpůsobili osvětlení místnosti aktuální situaci. Jistě jsou požadavky na osvětlení velmi odlišné při sledování televize nebo při rodinné večeři u jídelního stolu. Při použití RGB LED svítidel můžeme měnit nastavení scény pokoje i barevně, například podle aktuální nálady. Osvětlení se tak stává i velmi důležitou součástí celkové atmosféry a vzezření místnosti.

Zajímavým využitím automatizovaného osvětlení je také simulace přítomnosti. Tato funkce je velmi praktická například v době vaší dovolené, kdy v kombinaci s řízením rolet či žaluzií případný pachatel vaší nepřítomnost vůbec nezpozoruje.

2.4 Rolety, žaluzie

Dalším prvkem místnosti, vhodným pro určitou míru automatizace, jsou bezesporu rolety a žaluzie, ať už se jedná o vertikální či horizontální. Kromě individuálního řízení rolet či žaluzií je možno i ovládání skupinové či centrální jedním tlačítkem. Ovládání pak může být buď dotykem (vypínačem), dálkově nebo automaticky na základě časového harmonogramu. Další užitečnou funkcí, kterou vám automatizovaný systém může nabídnout, je automatické zatažení rolet nebo třeba i markýzy na základě povětrnostních podmínek a aktuálního počasí.

Stínící prvky velmi úzce souvisí s výše zmíněnými světelnými scénami. V kombinaci s promítacím plátnem a projektozem můžeme například jedním úkonem zatahnout rolety, ztlumit osvětlení, spustit plátno, zapnout projektor a spustit svůj oblíbený film.

2.5 Možnosti ovládání

Velmi důležitou součástí každého automatizovaného řízení budovy je způsob ovládání. Nejčastější a nejtradičnější je ovládání používané i u „neinteligentních“ domácností, a to ovládání pomocí vypínačů. V současné době je na trhu několik společností, které nabízejí inteligentní spínací prvky, které jsou většinou připojeny na ústřední prvek. Ten vyhodnocuje informace z vypínačů a na základě těchto dat vykonává předvolené akce.

Modernější jsou pak nástěnná tabla vybavená displejem umožňující mnohem více možností ovládání například i celého domu z jednoho místa.

Dalším způsobem ovládání může být dálkové ovládání. To je řešeno buď speciálním ovladačem určeným pro ovládání objektu, nebo využitím spotřební elektroniky jako jsou televizory, tablety, mobilní telefony a počítače doplněné o ovládací aplikaci. Výhodou těchto řešení je vysoký komfort, daný především mobilitou, která u klasického vypínače na zdi není možná. V případě využití ovládání přes webové rozhraní nám mezi výhody přibývá možnost kontroly objektu na dálku.

V dnešní době se již běžně setkáváme s určitým stupněm automatizace ve většině budov, ať už se jedná o objekty veřejné, průmyslové či obytné. Mezi hlavní důvody aplikace těchto systémů patří zejména zvýšení bezpečnosti objektů, snížení nákladů na údržbu a provoz a v neposlední řadě také větší pohodlí.

V odvětví automatizovaných systémů budov dochází, zvláště v posledních letech, k velkému vývoji. S tím souvisí i postupně klesající pořizovací náklady na tyto systémy. Lidé čím dál více spatřují výhody nejen ve zvýšení komfortu, ale také ve snížení nákladů na bydlení.

3 NÁVRH ŘÍDICÍ JEDNOTKY

Tato kapitola popisuje samotný návrh fyzické jednotky a její komponenty. Nejprve jsou osvětleny základní požadavky na řídicí jednotku. Poté je popsán vybraný řídicí modul a jednotlivé řešení konkrétních požadavků.

3.1 Požadavky na jednotku

Cílem této práce je vytvořit řídicí jednotku osazenou mikrokontrolérem, který bude dodán jako hotové řešení. Jednotka má za úkol řízení tří samostatných místností. Mezi základní požadavky patří zabezpečení vstupních dveří a okna v každé místnosti. Jednotka musí být schopná ovládat šest zátěží 250V. Z toho tři zátěže jsou zamýšleny jako elektromagnetické ventily vytápění a tři jako osvětlení v místnostech. Osvětlení má být spínáno pomocí fyzického spínače. Dalším požadavkem na jednotku je řízení žaluzií. Ovládání celé jednotky by mělo být zprostředkováno pomocí webových stránek. Ty by měly poskytnout všechny základní informace o jednotlivých místnostech. Jejich prostřednictvím by také mělo být umožněno ovládat jednotlivé prvky místnosti.

Nyní si rozebereme konkrétně jednotlivé komponenty.

3.2 Řídicí modul

Pro řízení jednotky byl vybrán modul Rabbit RCM 3200 osazený procesorem řady Rabbit 3000. Tento modul plně dostačuje požadavkům kladeným na funkci jednotky. Procesor běží na frekvenci 44,2 MHz. Modul obsahuje 512 kB flash, 512 kB program execution SRAM a 256 kB Data SRAM paměti. Dále zde najdeme konektor RJ-45 a příslušné obvody pro ethernet komunikaci, 52 paralelních vstupů a výstupů, z toho 44 konfigurovatelných jako vstup/výstup, 4 fixní vstupy a 4 fixní výstupy. Modul je k jednotce připojen pomocí dvou konektorů 2×17 pinů s roztečí 2 mm umístěnými na spodní straně desky modulu. Procesor je programován pomocí příslušného konektoru na horní straně desky, přičemž programovat můžeme i za jeho chodu. Tudíž není nutné desku s procesorem vypojovat z jednotky.

Je připojeno i tlačítko RESET a záložní baterie CR2032 (3V) pro udržení hodin reálného času procesoru při odpojení od napájení. [8] [9]



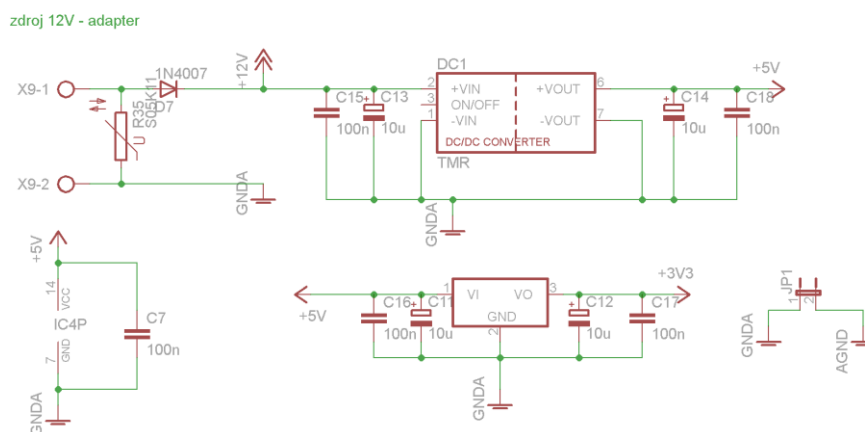
Obr. 4 - Modul Rabbit RCM 3200 [8]

3.3 Napájecí obvody

Celá jednotka je napájena stejnosměrným napětím 12V pomocí síťového adaptéru. Toto napětí je využito pro napájení relé a pro výkonové napájení H-můstků, které slouží k řízení motorů. Je také použito u obvodu s optočleny, které slouží pro spínání osvětlení. Na desce je dále osazen měnič napětí Traco TMR 3-2411, který má na výstupu 5V/600mA. Tímto napětím jsou napájeny A/D převodníky, H-můstky a napájecí vodič sběrnice 1-Wire pro připojení digitálních teploměrů. Je zde také stabilizátor napětí TS1084CZ33 CO s výstupem 3,3V. Toto napětí slouží k napájení mikrokontroléru. [10]



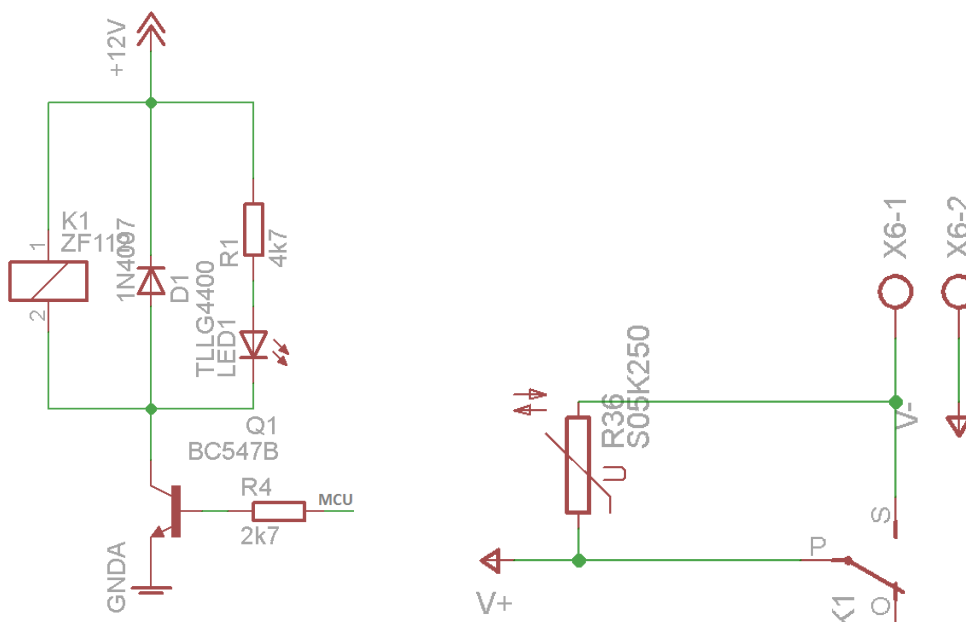
Obr. 5 - Napěťový měnič TRACO TMR 3-2411[10]



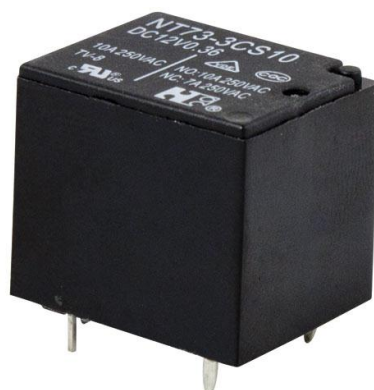
Obr. 6 - Zapojení napájecích obvodů jednotky

3.4 Spínací reléové obvody

DPS obsahuje celkem šest elektromagnetických relé s DC cívkou typu NT73-3. Každé z nich umožňuje spínat zátěž 250V/10A. Tato relé jsou spínána pomocí obvodu s tranzistorem doplněným o indikační LED diodu. Spínané kontakty relé jsou chráněny varistorem. Zapojení také obsahuje zpětnou diodu. [11]



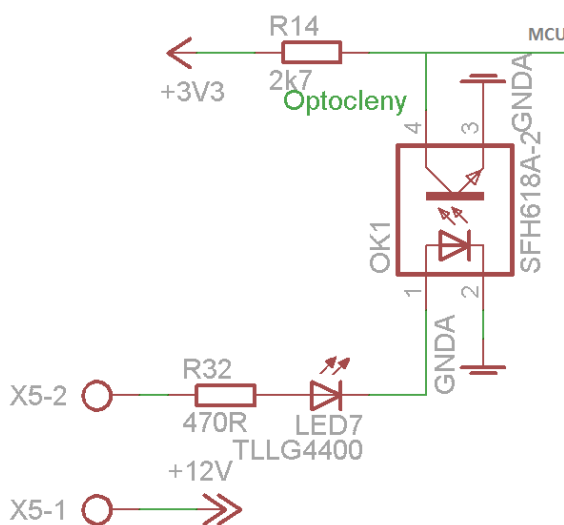
Obr. 7 - Zapojení obvodu s relé



Obr. 8 - Relé NT73-3[11]

Reléové obvody jsou určeny pro spínání tří světelných obvodů a pro spínání topení (ventilů) v jednotlivých místnostech.

Obvod je doplněn o tři optočleny PC817B-COS, které slouží k připojení manuálního ovládání osvětlení. Optočleny jsou buzeny pomocí signálu 12V sepnutím spínače a spínají příslušný pin modulu. [12]

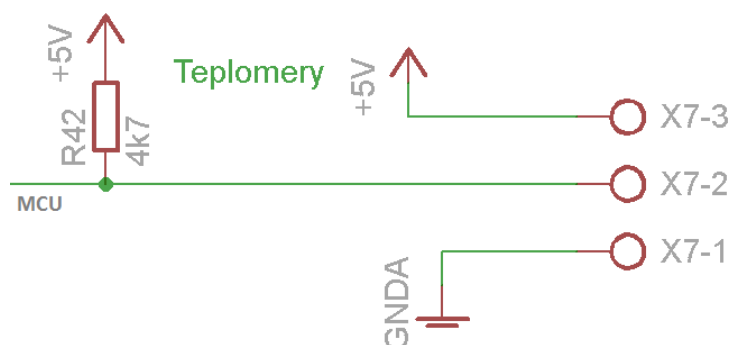


Obr. 9 - Zapojení obvodu s optočleny

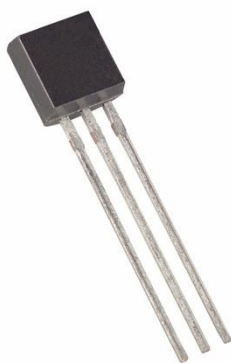
3.5 Snímání teploty

Pro snímání teploty byly vybrány snímače DS18B20. Tyto snímače se zapojují pomocí sběrnice 1-Wire. Jedná se o třívodičovou sběrnici s jedním datovým vodičem. Jeden vodič je připojen na napájení 5V, druhý je datový a je na něj připojen pull-up rezistor. Třetí vodič je zemnicí. Vzhledem k tomu, že každý ze senzorů má svoji vlastní

jedinečnou adresu, můžeme na tuto sběrnici připojit hned několik teploměrů. Pro naši potřebu použijeme tři senzory pro snímání teploty v jednotlivých místnostech.



Obr. 10 - Zapojení sběrnice pro senzory teploty



Obr. 11 - Digitální teploměr DS18B20[13]

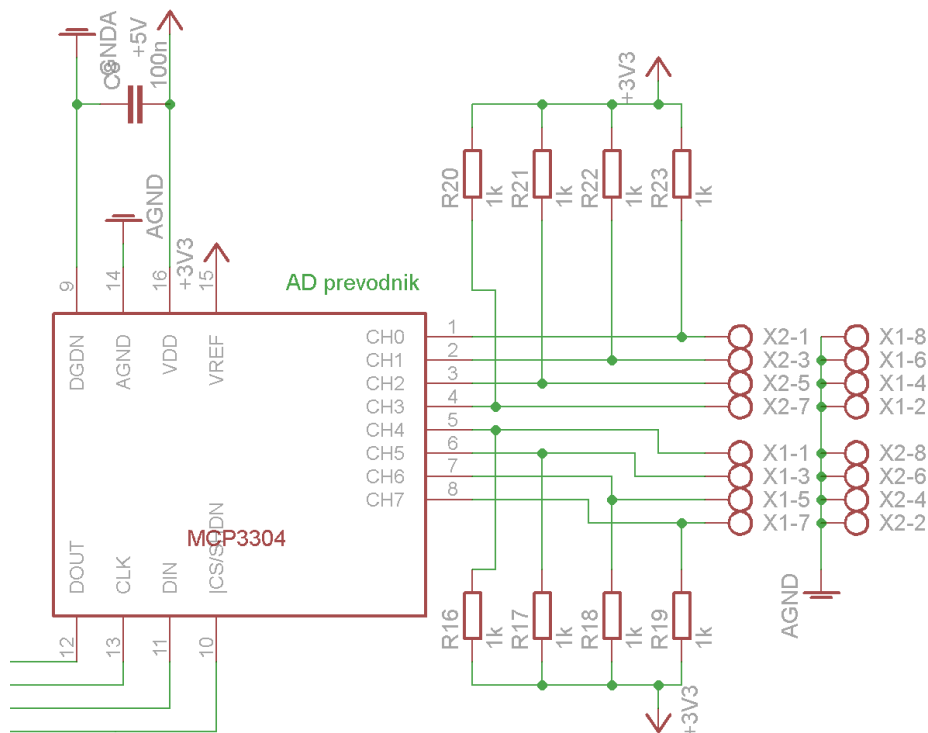
1-Wire je sběrnice vytvořená firmou Dallas Semiconductor. Tato sběrnice umožňuje připojení několika zařízení k řídicí jednotce prostřednictvím pouze dvou vodičů. Využívá při tom tzv. parazitního napájení. V našem případě jsou však zařízení připojena na třívodičové vedení, tedy s odděleným napájecím a datovým vodičem. Sběrnice má jedno řídicí zařízení (master) a několik ovládaných zařízení (slave).

Samotná komunikace je vždy zahájena *master reset* pulsem, kdy se nejprve na určitou dobu datový vodič uzemní na logickou hodnotu 0. Poté se sběrnice uvolní a master naslouchá. Pokud je na sběrnici připojeno nějaké zařízení, odpoví uzemněním sběrnice. Tímto končí počáteční inicializace.

Pokud dojde ke správné inicializaci, může master začít vysílat a přijímat data. Jednotlivé bity jsou vysílány v časových oknech. Časové intervaly jsou v řádech desítek mikrosekund, proto je komunikace náchylná na časovou nepřesnost. [13]

3.6 Analogové vstupy

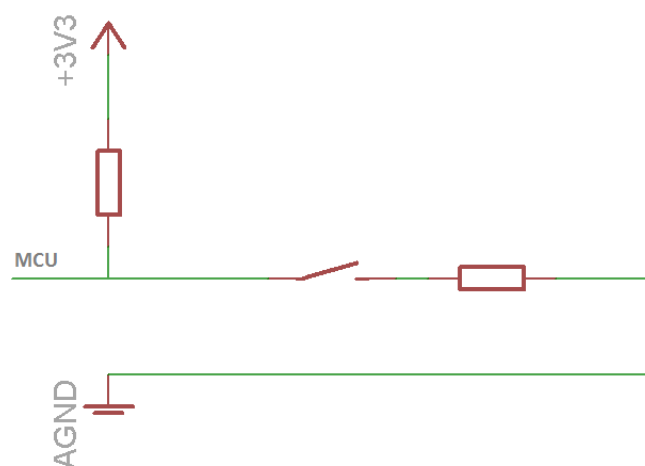
Jednotka je vybavena 16 analogovými vstupy, které jsou určeny pro připojení magnetických kontaktů, které hlídají uzavření oken a určují koncové polohy pro motory žaluzií. Jelikož modul RCM3200 neobsahuje analogové vstupy, bylo nutné jednotku doplnit o dva analogové převodníky MCP3208-BI/P s rozlišením 12 bit. Napájeny jsou napětím 5V. Vstupy jsou doplněny o pull-up rezistory. Tak můžeme magnetické kontakty zapojit jako jednoduše vyváženou nebo dvojité vyváženou smyčku. [14]



Obr. 12 - Zapojení A/D převodníku

3.6.1 Jednoduše vyvážená smyčka

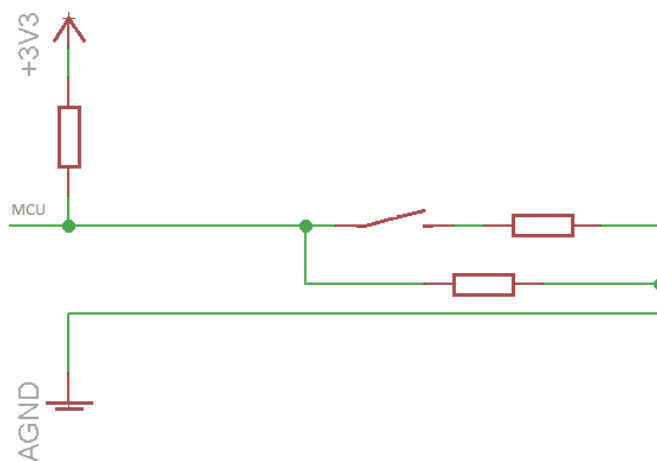
Jednoduše vyvážená smyčka se většinou používá v případech, kdy je na okruh připojeno více detektorů. Kontakty jsou zapojeny v sérii a vyvažovací odpor je umístěn u nejvzdálenějšího kontaktu. Zapojení je jednoduché, ale jeho velkou nevýhodou je díky sériovému zapojení nemožnost přesné identifikace místa aktivace.



Obr. 13 - Jednoduše vyvážená smyčka

3.6.2 Dvojitě vyvážená smyčka

Pokud ústředna obsahuje dostatečný počet vstupů, můžeme použít na každou smyčku samostatný vstup. Lze pak jednoznačně identifikovat místo alarmu. Přidáním druhého vyvažovacího rezistoru jsme schopni indikovat jak aktivaci, tak sabotáž detektoru nebo smyčky. Celkový odpor smyčky pak určuje aktuální stav smyčky. [15]



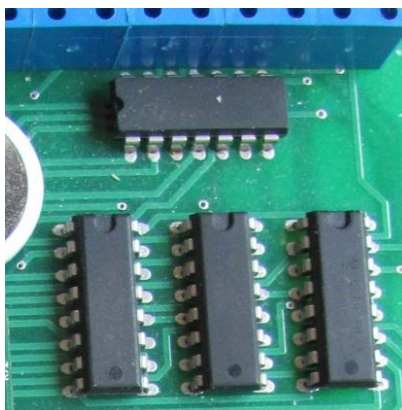
Obr. 14 - Dvojitě vyvážená smyčka

Převodníky jsou s mikrokontrolérem propojeny pomocí sběrnice SPI. Tato sběrnice obecně slouží k propojení dvou a více zařízení. Jedno ze zařízení je vždy v roli řadiče (master), zbylé jsou v režimu slavy. Master generuje hodinový signál, který je přiváděn do ostatních zařízení. Jedná se tedy o synchronní přenos. Tento signál má svůj

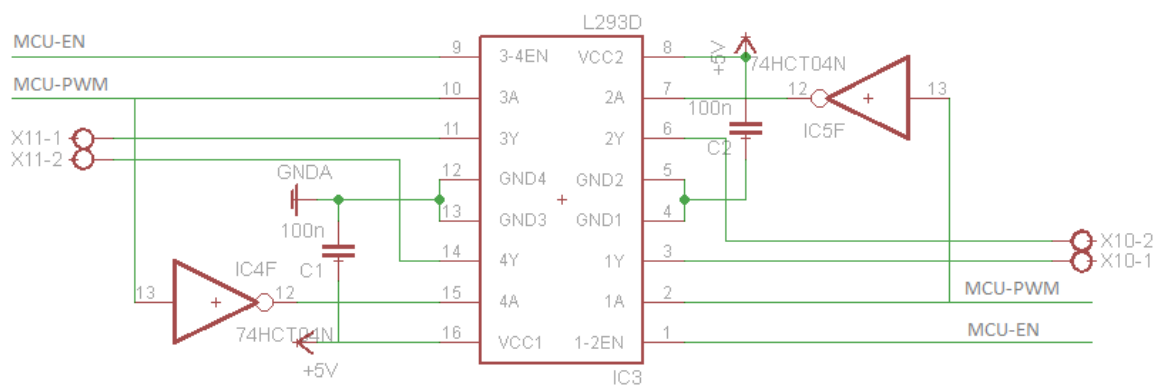
samostatný vodič. Dále je zde vodič pro vybrání přístroje slave a dvojice vodičů, pomocí nichž se obousměrně přenáší data. [16]

3.7 Ovládání žaluzií

Úkolem jednotky je řídit motory žaluzií. Jednotka obsahuje tři H-můstky typu L293D. Můstky jsou napájeny napětím 5V, výkonové napětí pak mají 12V. Řízení můstků je navrženo tak, že pro spuštění motoru je třeba dát do logické hodnoty 1 vstup Enable příslušného kanálu můstku a na vstupy 1 až 4 dát hodnotu odpovídající požadovanému směru (polaritě napětí). Vstupy 1 až 4 jsou zapojeny přes invertor 74HCT04N tak, že $1A \sim 2A$ a $3A \sim 4A$. Tím zajistíme sepnutí jednoho a rozepnutí druhého pinu. [17]



Obr. 15 - H-můstky osazené na DPS



Obr. 16 - Zapojení H-můstku

3.8 Ochranné prvky

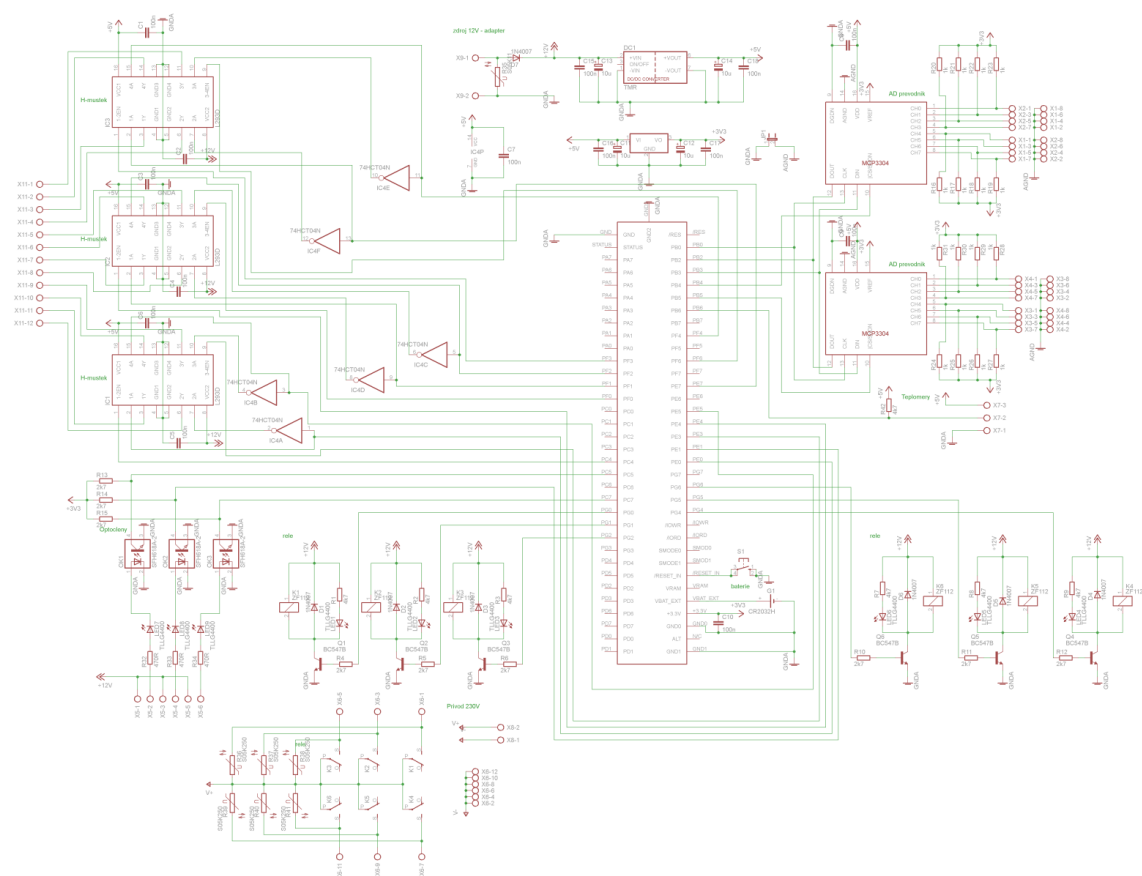
Na vstupu napájení 12V je umístěna dioda pro zamezení obrácení polarity zdroje. Je zde umístěn i varistor pro ochranu před přepětím. Všechny integrované obvody jsou chráněny kondenzátory o hodnotě 100nF. Kontakty elektromagnetických relé jsou rovněž chráněny pomocí varistorů.

4 CELKOVÉ SCHÉMA A NÁVRH DPS

Tato kapitola je věnována celkovému schématu a návrhu desky plošných spojů řídicí jednotky.

4.1 Celkové schéma

Jednotlivé komponenty byly doplněny o svorkovnice pro připojení vodičů. Piny procesoru byly vybrány z hlediska vhodného rozmístění součástek na DPS a minimalizace délky signálových tras.



Obr. 17 - Celkové schéma

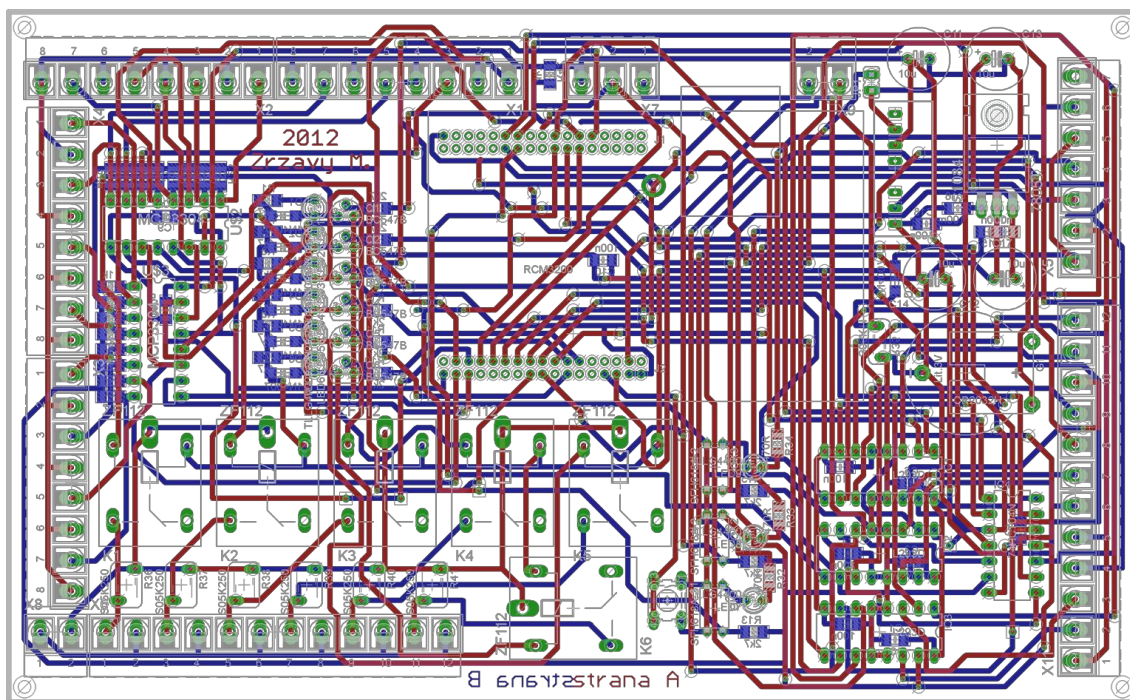
4.2 Návrh DPS

Deska plošných spojů je navržena jako dvojvrstvá s prokovením. Rozmístění součástek je navrženo tak, abychom se vyhnuli dlouhým trasám signálů a zbytečně velkým rozměrům DPS. Po stranách desky jsou umístěny svorkovnice pro vstupní a výstupní signály tak, aby k nim byl umožněn jednoduchý přístup. Rovněž modul s mikroprocesorem je umístěn tak, aby byl volný přístup k ethernetovému konektoru.

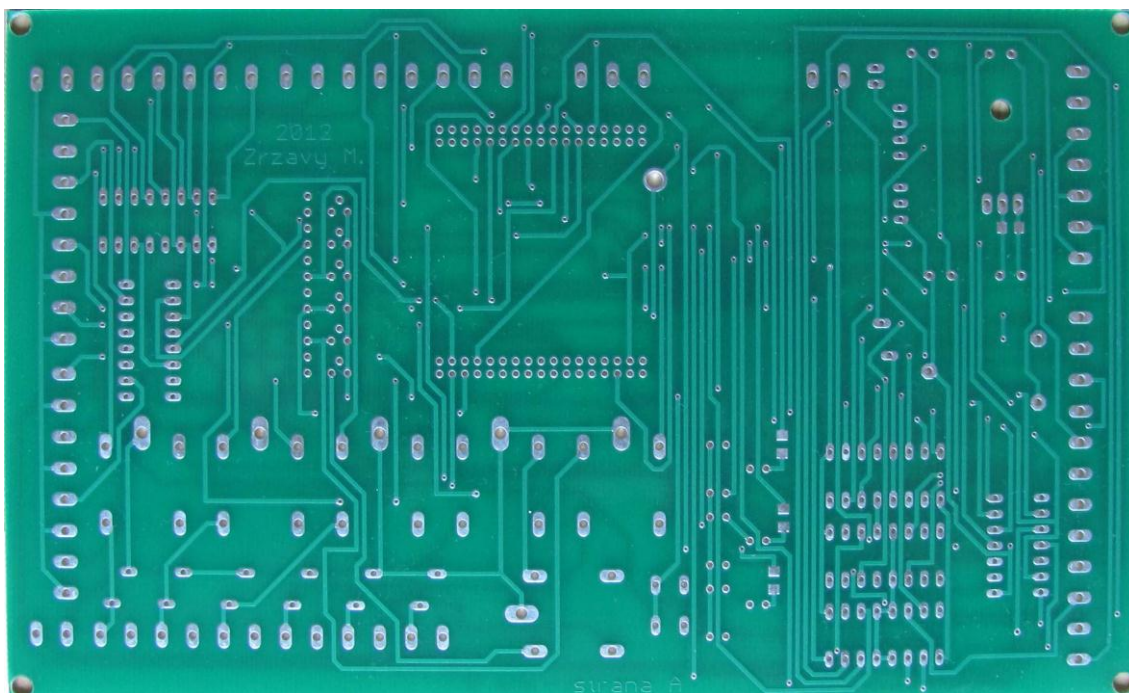
Z důvodu úspory místa na DPS jsou součástky osazeny i ze spodní strany. Jedná se však pouze o SMD součástky.

Při tvorbě softwarové části bakalářské práce byly nalezeny chyby v původním zapojení některých signálových cest na piny procesoru, které nešlo řešit softwarově. Tento problém byl vyřešen přerušением některých cest a přemostěním vodičů na jiné kontakty procesoru. Návrh DPS zde publikovaný opravuje všechny známé chyby a odpovídá funkční variantě řídicí jednotky.

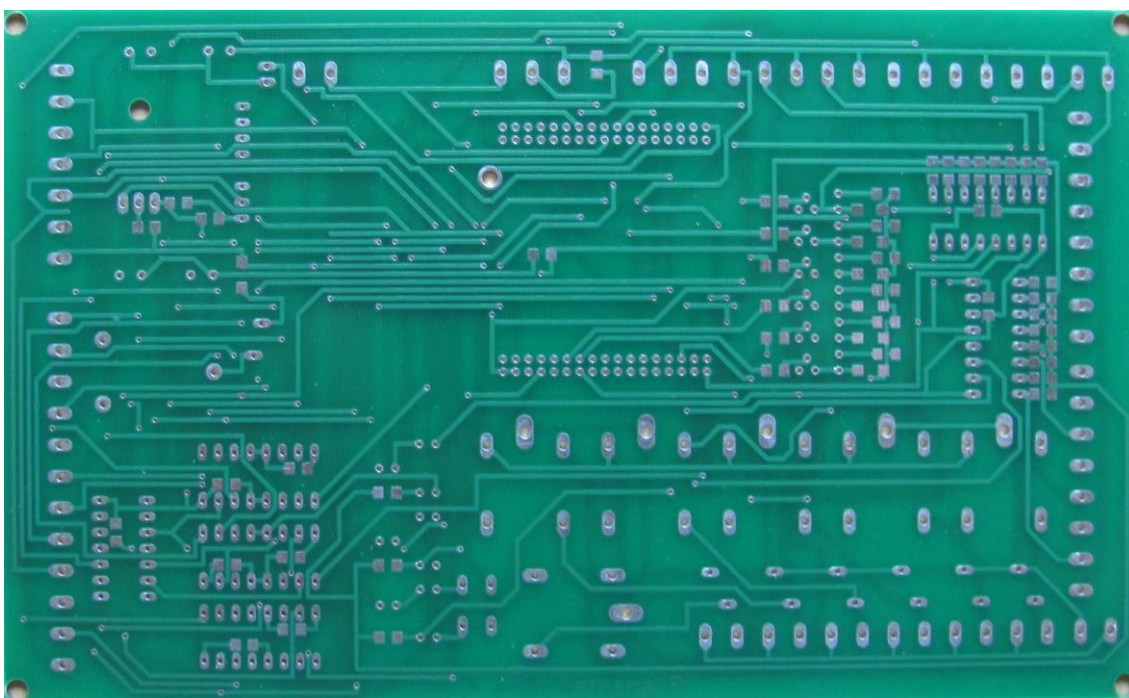
Celkové rozměry výsledné desky jsou cca $11,5 \times 18,5$ cm. Návrh dodržuje základní požadavky, jako je izolační vzdálenost spojů či minimální tloušťka spojů. V rozích DPS jsou vyvrtány otvory o průměru 3 mm pro připevnění na pevný podklad.



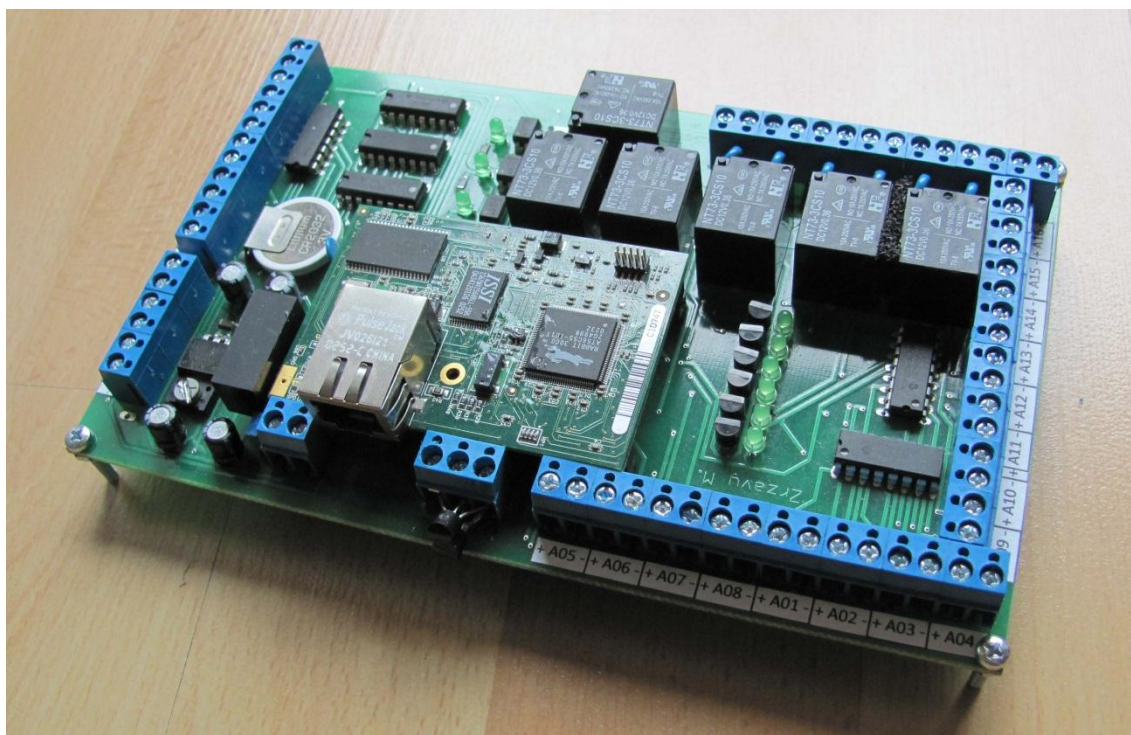
Obr. 18 - Schéma DPS



Obr. 19 - Vyrobená DPS (strana A)



Obr. 20 - Vyrobená DPS (strana B)



Obr. 21 - Hotová DPS osazená součástkami a modulem RCM3200

5 NÁVRH SOFTWARE JEDNOTKY

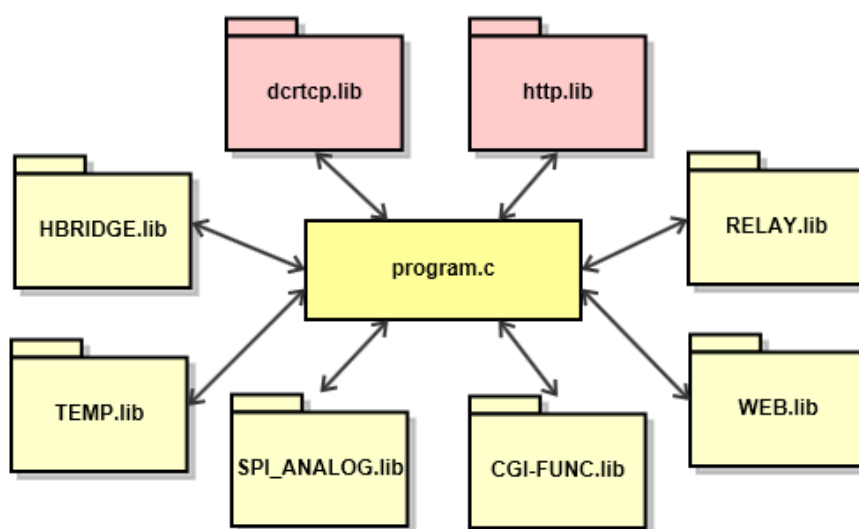
Následující kapitola popisuje softwarové řešení řídicí jednotky. Kapitola se věnuje vývojovému prostředí, struktuře programu jednotky a popisuje způsob obsluhy jednotlivých periférií umístěných na jednotce. Součástí softwarového řešení je také webová stránka, která slouží k ovládání jednotky.

5.1 Vývojové prostředí

Program byl napsán ve vývojovém prostředí Dynamic C 9.62, což je prostředí pro tvorbu programů pro embedded systémy. Je určen pro použití s mikrokontroléry Rabbit a jinými kontroléry založenými na řadě mikroprocesorů Rabbit. Hlavním programovacím jazykem tohoto prostředí je jazyk C, doplněný o některé funkce užitečné pro embedded systémy jako jsou například sdílení a ochrana proměnných nebo podpora real-time procesů, možnosti multitaskingu. Prostředí umožňuje také kombinaci kódu v jazyce C a assembleru. Součástí je také mnoho knihoven pro komunikaci s různými perifériemi. [18]

5.2 Struktura programu

Program je složen z několika dílčích částí. Hlavní funkce *main()* je umístěna v souboru *program.c*, do něhož jsou vloženy knihovny pro zajištění správné obsluhy jednotlivých periférií.



Obr. 22 - Hlavní program a jednotlivé použité knihovny

Knihovny *dcrtcp.lib* a *http.lib* zajišťují funkčnost ethernetového rozhraní a běh webových stránek jednotky. Tyto knihovny jsou převzaté a jsou součástí vývojového prostředí Dynamic C.

Další knihovny jsou již vytvořeny speciálně pro naši jednotku. Knihovna *HBRIDGE.lib* zprostředkovává řízení tří H-můstků, které jsou určeny pro řízení tří motorů žaluzií či rolet. Knihovna *TEMP.lib* obstarává komunikaci s digitálními teploměry DS18B20. Knihovna *SPI-ANALOG.lib* se stará o čtení hodnot z A/D převodníků a knihovna *RELAY.lib* umožňuje změnu stavu reléových obvodů. Knihovna *CGI_FUNC.lib* obsahuje funkce CGI potřebné pro funkčnost dynamických webových stránek a knihovna *WEB.lib* obsahuje všechny definice potřebné pro správný chod webových stránek a importuje jejich soubory.

V následujících podkapitolách je stručně popsána obsluha jednotlivých periférií a výčet funkcí zajišťujících tuto obsluhu. [19]

5.2.1 Spínací reléové obvody

Jak již bylo zmíněno v předchozím textu, spínací reléové obvody slouží ke spínání osvětlení a vytápění v jednotlivých místnostech. V knihovně *RELAY.lib* jsou definovány následující funkce, které zajišťují správnou funkčnost spínacích obvodů.

void relaySet(int count)

Funkce, která spíná příslušné relé na základě parametru *count*. Ten může nabývat hodnot 0 až 5, z nichž každá odpovídá jednomu z relé. Na začátku funkce dochází k inicializaci potřebných registrů.

void relayReset(int count)

Funkce je obdobná předchozí funkci, slouží k rozepnutí příslušného relé. To je určeno stejně jako v předchozím případě parametrem *count*.

int relayRead(int count)

Jedná se o funkci vracející aktuální stav relé, které je určeno parametrem *count*.

Pro změnu stavu relé k ovládání osvětlení slouží tři obvody s optočleny. Ovládání je také provázáno s webovými stránkami. Stav každého relé pro osvětlení lze tak měnit přepnutím spínače v obvodu s optočlenem nebo ovládacím tlačítkem na webové stránce.

int optoRead(int count)

Tato funkce slouží ke čtení stavu optočlenu. Ten je softwarově podmínkou svázán se spínáním osvětlení.

V knihovně *CGI_FUNC.lib* jsou pak definovány funkce pro změnu stavu osvětlení pro každou místnost.

```
int light1change(HttpState* state)
```

```
int light2change(HttpState* state)
```

```
int light3change(HttpState* state)
```

Na tyto funkce je odkazováno z webové stránky, každá funkce vždy při zavolání změní stav příslušného relé na opačný.

Relé pro spínání vytápění jsou řízeny pomocí jednoduchého softwarového ON-OFF regulátoru s hysterezí, který na základě aktuální teploty a žádané hodnoty určuje stav sepnutí relé. V každém cyklu programu se určí, zda platí podmínky uvedené níže. Podle výsledku se rozhoduje o sepnutí či rozepnutí relé.

$$S_TEMP[] < (S_TEMP_0[] - TEMP_HYST)$$

$$S_TEMP[] > (S_TEMP_0[] + TEMP_HYST)$$

V poli *S_TEMP[]* jsou uloženy aktuální hodnoty teploty získané pomocí digitálních teploměrů. V poli *S_TEMP_0[]* jsou hodnoty požadovaných teplot v jednotlivých místnostech. *TEMP_HYST* je rovno hysterezi regulátoru, konkrétně 0,5°C.

Podle výše uvedených podmínek dochází k sepnutí relé vytápění, pokud aktuální teplota dosáhne teploty o 0,5°C menší než je požadovaná hodnota. Po překročení požadované teploty o 0,5°C dochází k vypnutí vytápění. Tento způsob regulace omezuje velmi časté spínání a rozepínání relé při kolísání teploty okolo požadované hodnoty.

5.2.2 Snímání teploty

Teplota je snímána třemi digitálními teploměry DS18B20. Všechny tři teploměry jsou připojeny na sběrnici 1-Wire, což je třívodičová sběrnice s jedním datovým vodičem. Každý teploměr je určen jednoznačným identifikačním číslem (ROM code). To umožňuje čtení teploty vždy z konkrétního teploměru. Teploty jsou ukládány do pole stavových proměnných *S_TEMP[3]* a na základě jejich hodnot dochází ke spínání, respektive rozepínání relé určených pro spínání vytápění. V programu je také definováno pole *S_TEMP_0[3]*, ve kterém jsou uchovávány požadované hodnoty teploty v jednotlivých místnostech. Porovnáním žádaných a aktuálních hodnot teplot pak dochází k regulaci teploty pomocí vytápění. Teploty jsou z důvodu šetření výkonu procesoru snímány v intervalu 20 s, což je pro naše potřeby více než dostačující.

V knihovně *TEMP.lib* jsou definovány funkce potřebné pro správnou funkčnost snímání teploty pomocí teploměrů.

void delay(int useconds)

Tato funkce slouží ke správnému časování komunikace po sběrnici 1-Wire. Sběrnice 1-Wire vyžaduje změny úrovní v řádech desítek mikrosekund. Jelikož mikrokontrolér Rabbit nedisponuje adekvátním časovačem, musel být tento problém vyřešen funkcí, která obsahuje kód, který nevykonává žádné funkční operace, pouze „zaměstnává“ procesor na určitou dobu. Toho je dosaženo pomocí prázdného cyklu `for`.

void OWoutp(int out)

Funkce *OWoutp* slouží k nastavení pinu procesoru připojeného na datový vodič sběrnice do funkce výstupu. Parametr *out* pak rozhoduje o zapsání odpovídající logické úrovně na sběrnici.

int OWinp(void)

OWinp slouží nastavení pinu procesoru do funkce digitálního vstupu. Návrátovou hodnotou této funkce je hodnota přečtená z tohoto vstupu.

void ow_reset(void)

Tato funkce slouží k vykonání *master reset pulsu* sběrnice. Každá transakce na sběrnici začíná tímto pulsem. Master (v našem případě mikroprocesor) započne reset puls přidržením vodiče na minimálně 480µs do logické úrovně nula. Poté master vodič uvolní a připojený pull-up rezistor způsobí, že na vodiči je logická úroveň 1. Následuje čekání na *presence pulse* od připojených přístrojů. Ten je indikován změnou logické úrovně vodiče na 0. Pokud zjistíme na sběrnici tento puls, máme jistotu, že na sběrnici je připojen nejméně jeden přístroj.

void write_bit(char bitval)

Funkce *write_bit* slouží k zapsání bitu odpovídajícího parametru *bitval* na sběrnici. To se děje pomocí tzv. *Write Time Slotu*. Ten může být dvou typů a to *Write 1* a *Write 0*. Pro generaci *Write 1* slotu je třeba po zapsání nízké úrovně sběrnici uvolnit nejdéle do 15µs. Pro zapsání *Write 0* slotu musí být sběrnice držena na nízké úrovni nejméně 60µs.

void write_byte(char val)

Tato funkce slouží k zapsání bytu, zadaného v parametru *val*, na sběrnici. Funkce využívá funkce *write_bit* a posílá celý byte po jednotlivých bitech.

unsigned char read_bit(void)

Funkce *read_bit* slouží k přečtení jednoho bitu ze sběrnice 1-Wire. To se děje pomocí tzv. *Read Time Slotu*. Ten je započat tím, že master zapíše logickou hodnotu

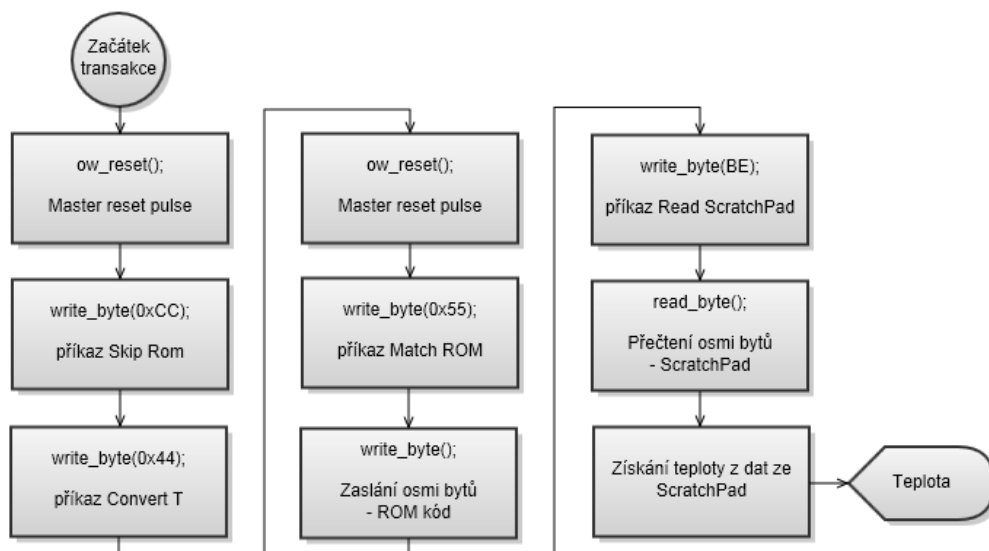
0 na nejméně 1 μ s. Poté sběrnici uvolní a v dalších 60 μ s přečte hodnotu ze sběrnice. Ta je vrácena jako návratová hodnota této funkce.

unsigned char read_byte(void)

Tato funkce čte ze sběrnice jeden byte. Využívá k tomu funkci *read_bit*, kterou volá celkem osmkrát. Výsledný byte pak vrací jako návratovou hodnotu funkce.

float tempRead(int count)

Funkce *tempRead* využívá všech předchozích funkcí pro komunikaci s digitálními teploměry DS18B20 po sběrnici 1-Wire. Celá transakce získání teploty je schematicky vyobrazena na Obr. 23. Nejprve je proveden *master reset pulse*, který je následován příkazem *Skip Rom*. Tím oslovíme všechny teploměry na sběrnici. Dále je vyslán příkaz *Convert T*, který dá teploměrům pokyn k započetí převodu teploty. Po uskutečnění *master reset* pulsu a zaslání příkaz *Match Rom* zašleme 64 bitový unikátní kód identifikující konkrétní snímač. v této chvíli komunikujeme jen s vybraným snímačem. Příkazem *Read ScratchPad* a přečtením 8 bytů ze sběrnice získáme obsah paměti *ScratchPad* snímače. Žádaná teplota je umístěna ve dvou prvních bytech paměti a to ve tvaru, který znázorňuje Obr. 24. V prvním bytu jsou umístěny méně významné bity. První čtyři představují bity za binární tečkou, další čtyři bity představují nejméně významné bity před binární tečkou. V prvních čtyřech bitech druhého bytu jsou pak nejvýznamnější bity. Poslední čtyři bity druhého bytu jsou znaménkové.



Obr. 23 - Algoritmus transakce na sběrnici 1-Wire

1. byte	BIT 7 2 ³	BIT 6 2 ²	BIT 5 2 ¹	BIT 4 2 ⁰	BIT 3 2 ⁻¹	BIT 2 2 ⁻²	BIT 1 2 ⁻³	BIT 0 2 ⁻⁴
2. byte	BIT 15 S	BIT 14 S	BIT 13 S	BIT 12 S	BIT 11 S	BIT 10 2 ⁶	BIT 9 2 ⁵	BIT 8 2 ⁴

Obr. 24 - Obsah prvních dvou bytů paměti ScratchPad

Přečtené aktuální hodnoty teploty jsou ukládány do pole *S_TEMP[]*. Každá místnost má pak také nastavenou svou požadovanou hodnotu *S_TEMP_0[]*. Obě teploty jsou samozřejmě zobrazovány na webové stránce sloužící k ovládání jednotky. Hodnota požadované teploty lze pomocí stránek měnit prostřednictvím CGI funkcí, které jsou nadefinovány v knihovně *CGI_FUNC.lib*.

```
int temp1down(HttpState* state)
```

```
int temp2down(HttpState* state)
```

```
int temp3down(HttpState* state)
```

Tyto funkce snižují žádanou hodnotu teploty v odpovídající místnosti o 0,5°C

```
int temp1up(HttpState* state)
```

```
int temp2up(HttpState* state)
```

```
int temp3up(HttpState* state)
```

Po zavolání těchto funkcí je žádaná teplota v odpovídající místnosti o 0,5°C zvýšena.

5.2.3 Analogové vstupy

Analogové vstupy jednotky slouží k detekci uzavření oken a dveří pomocí magnetických kontaktů. Stejným způsobem jsou indikovány koncové polohy žaluzií. Program je navržen pro připojení dvojité vyvážené smyčky. Tím pádem můžeme indikovat tři různé stavy analogového vstupu. Ke komunikaci se dvěma A/D převodníky je použito rozhraní SPI. Hodnotu analogového vstupu čteme pomocí funkce *unsigned int ReadAnalog(int channel)*. Pro rozlišení výše zmíněných tří případů stavu dvojité vyvážené smyčky slouží funkce *int magnet_state(int count)*.

```
unsigned int ReadAnalog(int channel)
```

Funkce *ReadAnalog* slouží k přečtení hodnoty analogového vstupu na kanálu odpovídajícím parametru *channel*. Na začátku funkce dochází k inicializaci všech potřebných registrů použitých vstupů a výstupů procesoru. Na základě parametru *channel* je vybrán správný A/D převodník pomocí vodičů *chip select*. Následně je na daný převodník odesláno číslo kanálu, jehož hodnotu chceme zjistit. Poté se přečte

celkem 12 bitů dat, které odpovídají napěťové úrovni na vstupu kanálu. Návrátovou hodnotou funkce je číslo od 0 do 4096 (12 bit).

void SPICLK()

Funkce sloužící jako hodinový signál na sběrnici SPI.

int magnet_state(int count)

Tato funkce vrací hodnotu na základě čísla vráceného funkcí *ReadAnalog*. Je navržena pro zapojení dvojité vyvážené smyčky s odpory 1kΩ. Pokud je magnetický spínač smyčky sepnut (hodnota cca 1500), vrací hodnotu 1. Pokud je spínač rozepnut (hodnota cca 2000), její návratová hodnota je 0. V případě poruchy smyčky vrací hodnotu -1.

5.2.4 Ovládání žaluzií

Žaluzie jsou ovládány pomocí tří H-můstků L293D. Žaluzie jsou uvedeny do pohybu tak, že vždy dojde k sepnutí pinů Enable obou kanálů můstku, spolu s tím je nastaven příslušný směr (polarita) kanálu. Vzhledem k tomu, že každý můstek je určen k řízení jednoho motoru, kanály můstku jsou vždy nastavené na opačnou polaritu. Koncové polohy žaluzií jsou detekovány pomocí magnetických kontaktů. Pokud je motor spuštěn a dojde k sepnutí příslušného magnetického kontaktu, dojde automaticky k zastavení motoru.

void Hbridge(int count, int dir)

Na začátku funkce jsou nejprve nastaveny všechny potřebné registry výstupů mikroprocesoru. Na základě parametru *count* se mění stav vždy jednoho můstku, respektive motoru. Parametr *dir* může nabývat tří hodnot. Pro dva různé směry jsou to hodnoty 1 a 0. Pro zastavení motoru musí být funkce volána s parametrem -1.

Aktuální stav motorů je uložen v poli *S_HBRIDGE[]*. Hodnota 0 odpovídá zastavenému motoru, hodnoty -1 a 1 pak dvěma směrům pohybu. Tyto proměnné jsou využívány v hlavním programu. Jakmile je některý z motorů spuštěn, program hlídá sepnutí příslušného magnetického kontaktu. Jakmile dojde k sepnutí, motor je zastaven.

Můstky jsou ovládány pomocí webového rozhraní pomocí těchto CGI funkcí.

int bridge1down(HttpState state)*

int bridge2down(HttpState state)*

int bridge3down(HttpState state)*

Motory jsou spuštěny směrem dolů.

int bridge1up(HttpState state)*

int bridge2up(HttpState state)*

int bridge3up(HttpState state)*

Těmito funkcemi jsou motory spuštěny ve směru nahoru.

int bridge1stop(HttpState state)*

int bridge2stop(HttpState state)*

int bridge3stop(HttpState state)*

Tyto funkce motory zastavují.

5.2.5 Zabezpečení místností

Zabezpečení místností je jedním z požadavků na činnost jednotky. Každá místnost může mít zabezpečení zapnuté či vypnuté nezávisle na ostatních. Tento stav je uložen v poli *S_SECURED[]*. Pokud je některá z místností zabezpečená, dochází v každém cyklu nekonečné smyčky programu ke kontrole sepnutí elektromagnetických spínačů na okně a dveřích příslušné místnosti. Pokud dojde k otevření okna či dveří, je tato událost indikována na webových stránkách jednotky. Spolu s číslem místnosti je zde zobrazeno i datum a přesný čas narušení. Na webových stránkách lze výstrahu o narušení rovněž smazat. Je zde také indikována chyba na bezpečnostních smyčkách.

Webové stránky využívají následující CGI funkce.

int secure1change(HttpState state)*

int secure2change(HttpState state)*

int secure3change(HttpState state)*

Tyto funkce mění stav zabezpečení dané místnosti do stavu opačného.

int delviol3(HttpState state)*

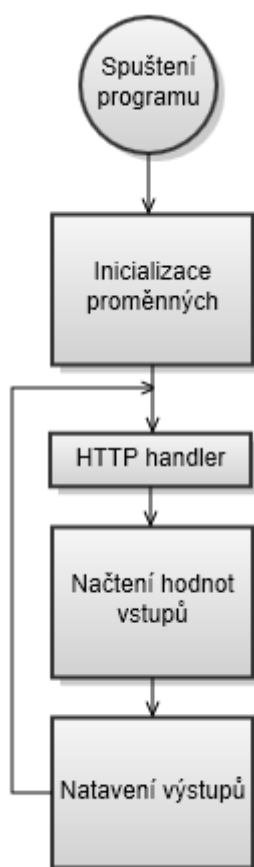
int delviol3(HttpState state)*

int delviol3(HttpState state)*

Zavoláním jedné z těchto funkcí se smaže poplachové hlášení, respektive hlášení o chybě příslušné místnosti.

5.2.6 Hlavní program

Hlavní program se skládá ze dvou částí. Celý algoritmus je vyobrazen na Obr. 25. V první části programu dochází k inicializaci proměnných, druhá část je nekonečná smyčka. V této smyčce se vždy nejprve aktualizují všechny stavové proměnné – dochází k přečtení stavů relé, optočlenů, čtení teploty z digitálních teploměrů. Dochází také ke čtení stavu analogových vstupů.



Obr. 25 - Algoritmus hlavního programu

Po obnovení hodnot stavových proměnných dochází nejprve ke kontrole změny stavu optočlenu a případnému sepnutí, respektive rozepnutí příslušného relé. Poté jsou porovnávány aktuální teploty s teplotami žádanými a případně je sepnuto/rozepnuto vytápění. Dále dochází v případě zapnutí zabezpečení v některé z místností ke kontrole jednotlivých magnetických kontaktů hlídajících zavření oken a dveří. Nakonec je při spuštění některého z motorů žaluzií kontrolováno dosažení koncové polohy pomocí příslušného magnetického kontaktu. Při indikaci dosažení této polohy je motor zastaven.

5.3 Webové rozhraní

Pomocí webového rozhraní lze sledovat okamžitý stav i měnit nastavení jednotlivých místností.

Řídicí jednotka je připojena do sítě pomocí běžného ethernetového kabelu. Softwarově má nastavenou IP adresu 192.168.1.100. Po zadání této adresy do

internetového prohlížeče se dostaneme na webovou stránku sloužící k ovládání jednotky.

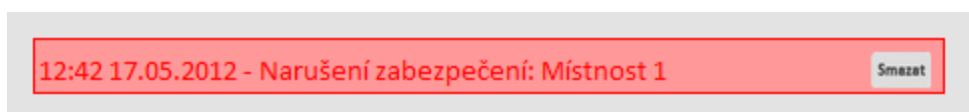
Rozhraní bylo vytvořeno pomocí rozšíření RabbitWeb. Toto rozšíření je součástí vývojového prostředí Dynamic C. Jeho hlavním přínosem je možnost předání hodnot proměnných na webovou stránku. K tomu se používá speciální skriptovací jazyk ZHTML. Pomocí tohoto jazyka je možné proměnné nejen zobrazovat, ale také měnit pomocí formulářů. Proměnné, ke kterým chceme dovolit webovým stránkám přístup, musí být nadefinovány pomocí klíčového slova *#web*.

Webové stránky, které obsahují značky jazyka ZHTML, musí mít příponu **.zhtml*. Další možnosti zasahování do programu mikrokontroléru pomocí webových stránek je pomocí tzv. CGI funkcí. Ty jsou na stránky implementovány jednoduše pomocí klasického odkazu. Po přejití na tento odkaz se v programu automaticky zavolá funkce se stejným názvem, jako měl CGI skript v odkazu.

Ovládací rozhraní se skládá pouze z jedné webové stránky – *index.zhtml*. Rozložení této stránky můžeme vidět na Obr. 27 – Rozložení ovládací webové stránky. Stránka se skládá ze tří rámečků. V každém rámečku jsou přehledně zobrazeny všechny důležité informace o každé z místností. V levé části se nachází informace o aktuální a požadované hodnotě, požadovaná hodnota může být změněna pomocí dvou šipek. V další části rámečku můžeme nalézt indikaci stavu osvětlení a zabezpečení. Stav těchto dvou prvků lze měnit pomocí tlačítka. V pravé části se pak nachází ovládací tlačítka žaluzií v jednotlivých místnostech. Pohyb žaluzií je indikován podkladovou barvou. Pokud jsou v pohybu, podkladová barva je zelená, v opačném případě červená.

V případě, že nastane narušení při zapnutém zabezpečení, před rámečky s informacemi o místnostech se objeví výstražná zpráva. Příklad takové zprávy můžete vidět na Obr. 26 - Výstražná zpráva informující o narušení bezpečnosti.

Webové stránky jsou psány v jazyce HTML. Pro formátování je použito kaskádových stylů. Dynamické zobrazování proměnných na stránkách je uskutečněno pomocí speciálních značek ZHTML. [20]



Obr. 26 - Výstražná zpráva informující o narušení bezpečnosti



Obr. 27 – Rozložení ovládací webové stránky

6 ZÁVĚR

Úkolem této bakalářské práce bylo navrhnout řídicí jednotku pro řízení místnosti. Obvodová řešení byla volena co nejjednodušší při snaze o zachování všech požadavků zadání. Bylo také dbáno na celkovou kompaktnost řešení a univerzálnost použití.

Výsledkem práce je funkční řídicí jednotka vybavená řídicím modulem Rabbit RCM3200. Jednotka obsahuje všechny potřebné periferie pro řízení tří nezávislých místností. Mezi funkce jednotky patří měření teploty, zabezpečení místnosti, řízení žaluzií, řízení osvětlení a jednoduchá regulace teploty pomocí elektromagnetických ventilů. Jednotka rovněž disponuje webovou stránkou, která slouží k ovládání celého systému.

Po výrobě DPS podle původního návrhu a osazení všech součástek byly při tvorbě softwaru zjištěny chyby v zapojení kontaktů mikroprocesoru, a to ve špatném výběru kontaktů vzhledem k funkcionalitě. Tento problém byl vyřešen přepájením příslušných kontaktů a přerušení nežádoucích cest. Návrh DPS uvedený v této práci je zbaven všech výše popsaných chyb a je připraven pro případnou výrobu.

Vyrobené zařízení plně splňuje zadání práce. Systém by se v budoucnu mohl rozšířit například o zabezpečené přihlašování na ovládací webovou stránku jednotky nebo implementací vyhledávacího algoritmu pro hledání zařízení na sběrnici 1-Wire. Další možností by bylo umožnit časové plánování požadované teploty v jednotlivých místnostech.

7 LITERATURA

- [1] Intruder alarm systems in Plymouth & the South West. M.A.C. Security Solutions [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: http://www.macommercialsecurity.co.uk/intruder_alarm_systems.htm
- [2] EVOLVE bezdrátový detektor kouře pro Sonix. ALZA.cz [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.alza.cz/evolve-bezdratovy-detektor-koure-pro-sonix-d186061.htm>
- [3] CROW SRP 600. Sezam.cz [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.sezam.cz/vnitřní/i857-crow-srp-600-pir-cidlo,-bila-cocka,-automaticke-rizeni-cipem,-dosah-18-m-/-105>
- [4] JABLOTRON, *Jak si zabezpečit dům, obchod, nebo kancelář*, [ONLINE] [cit. 2012-4-5]. Dostupné na URL: <<http://zabezpecovaci-technika.jablotron.cz/>>
- [5] DANFOSS RAE-K 5034 TERMOSTATICKÁ HLAVICE. FEPOl.cz [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.fepol.cz/zbozi/danfoss-rae-k-5034-termostaticka-hlavice.html>
- [6] EOB PT 22. Elektro-hodr.cz [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.elektro-hodr.cz/shop/produkt/digitalni-termostat-eob-pt-22>
- [5] VLČEK, J., *Regulace teploty v budovách - teoretická základna*, [ONLINE] [cit. 2012-4-5]. Dostupné na URL: <<http://www.tzb-info.cz/4015-regulace-teploty-v-budovach-teoreticka-zakladna>>
- [6] Rabbit Semiconductor: *RabbitCore RCM3200 User's Manual*. [online] [cit. 2011-12-15]. Dostupné na URL: <http://ftp1.digi.com/support/documentation/0190118_n.pdf>
- [7] RABBIT SEMICONDUCTOR, *RabbitCore RCM3200 Data Sheet*. [online] [cit. 2011-12-15]. Dostupné na URL: <<http://www.rabbitsemiconductor.com.cn/products/rcm3200/rcm3200.pdf>>
- [8] TRACO ELECTRONIC AG: *Traco Power TMR3 Series Application Note*, [online][cit. 2012-2-5]. Dostupné na URL: <<http://www.tracopower.com/products/tmr3-application.pdf>>
- [9] FUJITSU, TAKAMISAWA: *Technické informace o relé*, [online][cit. 2011-12-15]. Dostupné na URL: <<http://www.ryston.cz/pdf/fujitsu-takamisawa/techinfo.pdf>>
- [10] SHARP: *Datasheet PC817 Series*, [online][cit. 2011-12-15]. Dostupné na URL: <<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/43375/SHARP/PC817B.html>>
- [11] HW.cz, *Sběrnice 1-Wire*, [online][cit. 2012-4-21]. Dostupné na URL: <<http://www.hw.cz/navrh-obvodu/rozhrani/sbernice-1-wiretm.html>>
- [12] MICROCHIP TECHNOLOGY: *Datasheet MCP3204/3208*, [online][cit. 2011-12-15]. Dostupné na URL: <<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/194718/MICROCHIP/MCP3208-BI/P.html>>

- [13] JABLOTRON, *Vyvážené smyčky*, [online][cit. 2011-12-15]. Dostupné na URL: <<http://www.jablotron.cz/cz/sekce/sluzby+a+informace/poradenstvi/vyvazene+smycky/>>
- [14] TIŠNOVSKÝ P., *Externí sériové sběrnice SPI a I²C*, Root.cz, [online][cit. 2012-4-18] Dostupné na URL: <<http://www.root.cz/clanky/externi-seriove-sbernice-spi-a-i2c>>
- [15] SGS-THOMSON: *Datasheet L293D*, [online][cit. 2011-12-15]. Dostupné na URL: <<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/22432/STMICROELECTRONIC/S/L293D.html>>
- [16] RABBIT SEMICONDUCTOR, *Dynamic C User's Manual*, [online][cit. 2012-4-3] Dostupné na URL: <http://ftp1.digi.com/support/documentation/019-0167_F.pdf>
- [17] HYDER, K. a PERRIN B. *Embedded System Design Using the Rabbit 3000 Microprocessor*. 2005. vyd. Burlington: Elsevier Inc., 2005. ISBN 0-7506-7872-0.
- [18] AXELSON, J. *Embedded Ethernet and Internet Complete*. 2003. vyd. Madison, WI: Lakeview Research LLC, 2003. ISBN 1-931448-01-9.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

EZS	Elektronická zabezpečovací signalizace
EPS	Elektronická požární signalizace
SRAM	Static Random Access Memory (statická paměť)
LED	Light-emiting diode (dioda emitující světlo)
DC	Direct current (stejnoseměrný proud)
A/D	Analog/Digital (analogově-digitální)
SPI	Serial peripheral interface (sériové periferní rozhraní)
DPS	Deska plošných spojů
SMD	surface mount device (součástka určená pro povrchovou montáž)
CGI	Common Gateway Interface

9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Rozpiska součástí

Příloha 2: Celkové schéma

Příloha 3: DPS – vrstva TOP

Příloha 4: DPS – vrstva BOTTOM

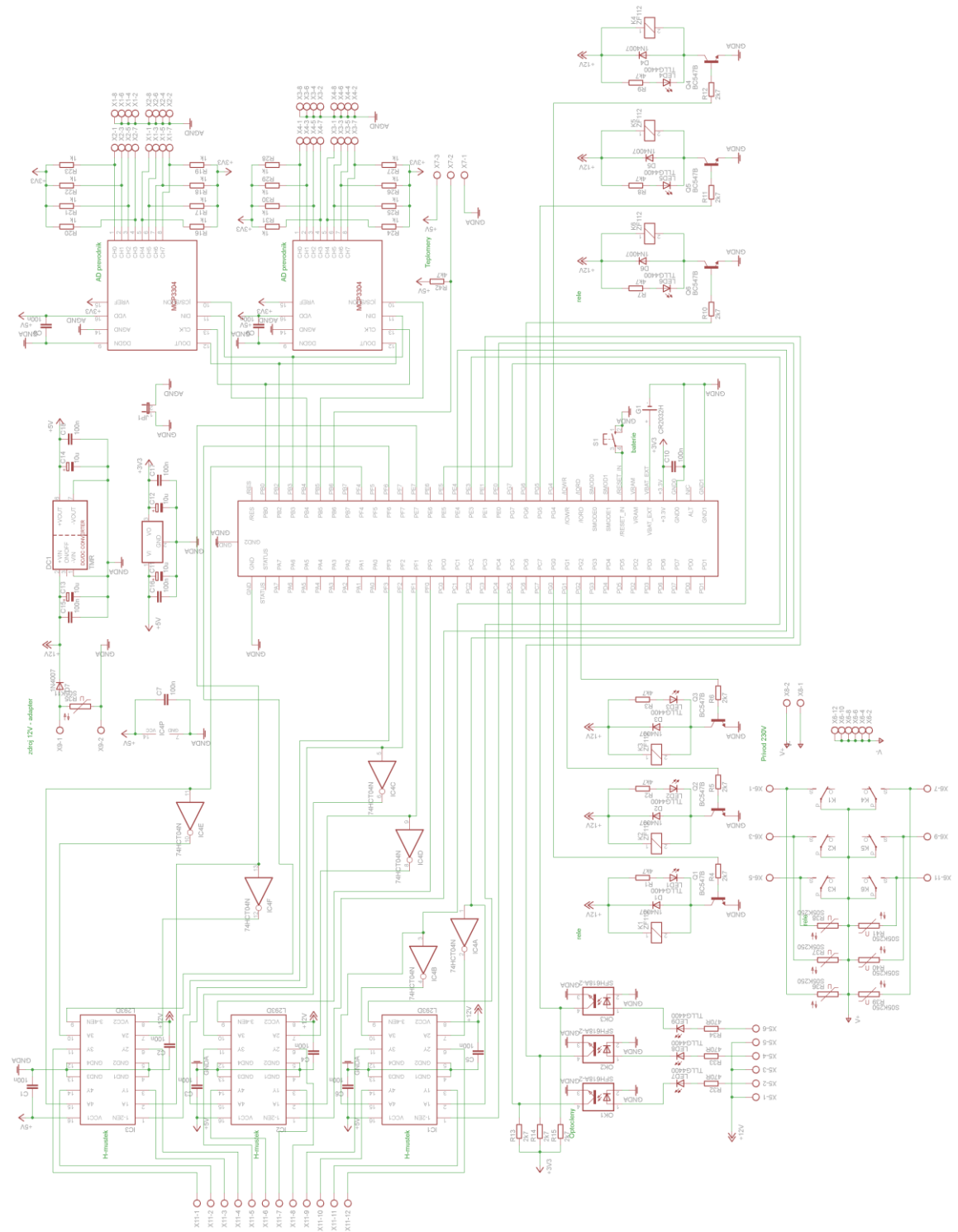
Příloha 5: Náhled ovládací webové stránky

Příloha 6: Obsah přiloženého CD

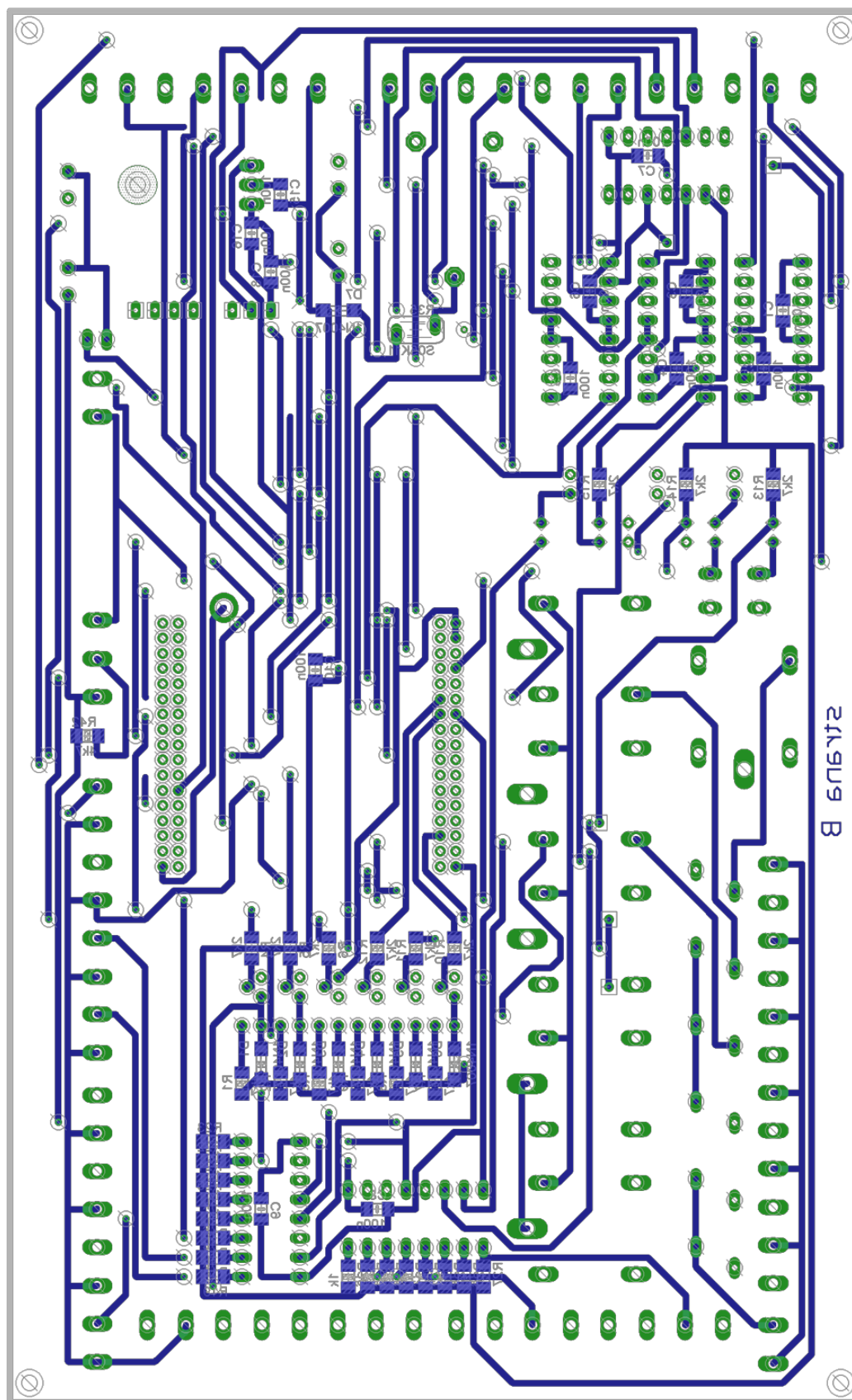
Příloha 1: Rozpiska součástek

Součástka	Hodnota	Pouzdro	Popis
C1-C10, C15-C18	100n	C1206	kondenzátor keramický
C11-C14	10u	E3,5-10	kondenzátor elektrolytický
D1-D6	1N4007	SMA	dioda
D7	S4J	SMA	dioda
DC	TMR 3-2411	SIP-8	napěťový měnič
G1	CR2032H	CR2032H	baterie
IC1-IC3	L293D	DIL16	H-můstek
IC4	74HCT04N	DIL14	invertor
JP1		JP	jumper
K1-K6	NT73-3	ZF112	elektromagnetické relé
LED1-LED9	3,5 mcd; 1,8 V; 2 mA	LED3MM	LED
OK1-OK3	PC817B-COS	DIP4	optočlen
Q1-Q6	BC547B	TO92	tranzistor
R1-R3, R7-R9, R42	4k7	R1206	rezistor
R4-R6,R10-R15	2k7	R1206	rezistor
R16-R31	1k	R1206	rezistor
R32-R34	470R	R1206	rezistor
R35	VCR07D220KAR	S05K11	varistor
R36-R41	VCR05D391KAR	S05K250	varistor
S1	P-B1720	B3F-10XX	mikrospínač
TS1084	7805T	TO220H	napěťový stabilizátor
U\$1	RCM3200	RCM3200	mikrokontrolér
U\$2-U\$3	MCP3304	DIP16	A/D převodník
X1-X11	PTR AKZ692/2-2.54-V	AK500/2-H	svorkovnice

Příloha 2: Celkové schéma



Příloha 4: DPS – vrstva BOTTOM



System místnosti řízené mikrokontrolerem

Místnost 1:

Aktuální teplota: Požadovaná teplota:

25.0°C22.0°C

Vypnuto

Osvětlení:

Nezabezpečeno

Vytápění:

Žaluzie:

Vypnuto

Žaluzie

Místnost 2:

Aktuální teplota: Požadovaná teplota:

25.0°C22.0°C

Vypnuto

Osvětlení:

Nezabezpečeno

Vytápění:

Žaluzie:

Vypnuto

Žaluzie

Místnost 3:

Aktuální teplota: Požadovaná teplota:

25.0°C22.0°C

Vypnuto

Osvětlení:

Nezabezpečeno

Vytápění:

Žaluzie:

Vypnuto

Žaluzie

O projektu

Tato stránka je součástí bakalářské práce "Systém řízení místnosti s mikrokontrolerem". Slouží jako ovládací aplikace pro tento systém. Systém se skládá z modulu Rabbit RCM 3200, který je opatřen mikroprocesorem Rabbit řady 3000. Modul je osazen na DPS navržené pro tento systém.

Martin Zrzavý, VUT Brno, 2012

Příloha 6: Obsah přiloženého CD

/Zrzavý M. – Systém řízení místnosti s mikrokontrolérem.pdf

elektronická verze této bakalářské práce

/program

zdrojové kódy programu jednotky

/dps

schéma zapojení a soubory návrhu DPS

/foto

fotografie jednotky

/web

zdrojové soubory webové stránky jednotky

/datasheets

datasheety použitých součástek